

Emociones, Sentimientos y Razonamientos en Didáctica de las Ciencias¹

Maria Rita Otero

rotero@exa.unicen.edu.ar

NIECYT-UNICEN. Tandil - Argentina
CONICET - Argentina

Solomon saith: *There is no new thing upon the earth.* So that as Plato had an imagination, *that all knowledge was about remembrance;* so Solomon giveth his sentence, *that all novelty is but oblivion.* Francis Bacon: *Essays* LVIII

(Citado por Jorge Luis Borges en *El Aleph*, 1949)

Resumen

En este trabajo se considera la posibilidad de constituir una Didáctica de las Ciencias que tome en cuenta las emociones, los sentimientos y los razonamientos en la reconstrucción de un dominio de conocimiento científico. Se adoptan las concepciones de Humberto Maturana (1984, 1990, 1991, 1995, 2001) quien invita a una explicación del conocimiento como acción sustentada en una emoción, extendiendo las ideas de continuidad y organización de la vida. También sumamos los aportes de Antonio Damasio (1994, 2005) quien ofrece sustento neurobiológico a la relación entre emociones, acciones, sentimientos y razonamientos. También se proponen algunos principios generales que fundamentan un pequeño y aún poco desarrollado grupo de principios didácticos.

Abstract

The aim of this paper is to established the bases of Didactics of Science that takes into consideration emotion, feeling, and reasoning. Maturana ´s concepts (1984, 1990, 1991, 1995, 2001) are adopted. He understood knowledge as action based on emotion, extending the principles of continuity and organization of life. The contribution of Antonio Damasio (1994, 2005) are considered , who offers neurobiological evidence about the relationship between emotion, action,

¹ Dedico este trabajo a:

Marco Antonio Moreira, porque primero me enseñó a volar, después me acompañó a hacerlo y finalmente, me dijo que tenía que volar sola.

Todos mis alumnos, porque me aceptaron como profesora.

Todas las personas que me han prestado sus palabras.

feeling and reasoning. Also, some general principles are proposed that are the bases for a small group of Didactic principles that as yet are not fully developed.

1. Introducción

En este trabajo entendemos a la didáctica de la Física, como el estudio del proceso según el cual se reconstruye el conocimiento Físico en un grupo de clase de cualquier institución, con la orientación de uno o más profesores. Enfatizando diferentes aspectos y basándose en diferentes mecanismos, dicho proceso de reconstrucción puede explicarse desde múltiples dominios - epistemológico, gnoseológico; antropológico, cognitivo, biológico, psicológico, psicoanalítico, didáctico, etc.- entre los cuales carece de sentido formular algún tipo de competencia o pretensión de legitimidad absoluta.

En nuestro caso, pretendemos realizar una aproximación didáctica, recurriendo a referenciales que nos ayudan a entender los procesos de reconstrucción del conocimiento desde una base biológica y emocional (Maturana, 1984, 1990, 1991, 1995, 2001; Damasio, 1994, 2005) y desde una epistemología constructivista (Piaget, 1955; García, 2000; Maturana, 1995). Para entender el aprendizaje de conceptos aceptamos explicaciones y constructos propios de dominios centrados en la esfera de lo mental (Piaget, 1955; Vergnaud, 1990, 1994, 1996, 2005; Ausubel, 1963, 1968; Moreira, 2000, 2005). Pretendemos distinguir fenómenos situados en el nivel didáctico y construir un dominio que nos permita analizar, explicar, y proponer acciones que tienen o tendrán lugar en un cierto grupo de clase, dentro de una cierta institución, acciones dirigidas a reconstruir el conocimiento físico.

El análisis didáctico de esta reconstrucción incluye el de sus condiciones de posibilidad y requiere distinguir al menos los siguientes componentes: alumno, profesor, conocimiento, e institución. Se admite que un único alumno pueda ser considerado bajo la orientación de al menos un profesor e incluso que alguien pueda orientarse a si mismo. Usualmente, profesor y alumnos constituirán lo que denominamos un grupo de clase. Parcialmente, el funcionamiento de tal grupo esta sujeto a normas externas -institucionales, políticas, etc.- que de hecho, establecen un conjunto de condiciones de contorno para su desarrollo. Sin desdeñar la consideración de las condiciones externas al grupo de clase, nuestro planteo se enfoca en la dinámica operacional del grupo y de sus miembros.

I. El constructivismo y su concepción acerca del conocer y del conocimiento

Proponer un dominio didáctico para comprender, explicar y generar acciones dirigidas a estudiar y reconstruir el conocimiento físico, nos conduce a explicar ¿cómo entendemos el conocimiento y el conocer? Aunque no podemos y tampoco pretendemos realizar una discusión filosófica al respecto, es importante aclarar desde el comienzo que aceptamos una postura coincidente

en líneas generales con la Epistemología Genética de Piaget y con el enfoque ontológico y epistemológico de Humberto Maturana.

Tal como señala Rolando García (2000) la orientación constructivista plantea una manera enteramente diferente de abordar los problemas del conocimiento. Por un lado, permite sortear tanto concepciones aprioristas como empiristas y por otro, no acepta un punto de partida absoluto para explicar el origen y la esencia del conocimiento. En su lugar, establece un principio de continuidad funcional que se inicia en los procesos puramente biológicos del ser vivo y su organización, y los asume como actividades cognoscitivas regidas por un mecanismo general.

El constructivismo no pretende dar una "definición intrínseca" de conocimiento, ya que se trata de un proceso que toma sentido en un contexto social e histórico y cuyos "niveles" o "grados" adquieren significado en dicho contexto (García, 2000). Esta postura, supone la consideración de un mecanismo de generación de conocimiento común a todas las etapas de desarrollo del ser vivo, que en nuestra especie van desde el nacimiento, hasta los niveles más altos del conocimiento científico. Otro aporte esencial del constructivismo, reside en el rechazo de la dualidad sujeto-objeto, heredera de la tradición dualista cartesiana cuerpo-mente, en la que también enraiza el dualismo emoción-razón. El abandono de estas tres variedades de dualismo tiene consecuencias fuertes para la didáctica que nos proponemos formular.

II. La concepción Epistemológica de Humberto Maturana

Maturana (1984, 1991, 1995, 2001) propone que conocer es un proceso que se inicia en la **acción** de cualquier organismo vivo en interacción con su medio. Cuando un ser vivo se encuentra en una historia de cambios estructurales recurrentes con conservación de su organización, se dice que "*sabe vivir*" y esto es así hasta que muere, porque contrariamente ya "*no sabe vivir*". Todo ser vivo conoce en el ámbito de su propio vivir donde sea que el organismo se desarrolle. Por ejemplo si alguien quiere estudiar Física o Matemática, se inscribe en una Universidad o en una institución donde se estudien dichas disciplinas, de esta manera ingresa en una historia de interacciones que durará mientras este ser no se desintegre como estudiante (Maturana, 1995: 198). Esto es aplicable a cualquier dominio de conocimiento, incluso el conocimiento en sí mismo, el lenguaje o la didáctica. Todos emergen como modos del convivir humano en ciertas condiciones de interacciones recurrentes.

Como observadores, estamos dispuestos a admitir que otro organismo tiene conocimiento en un cierto dominio, cuando aceptamos que realiza **acciones adecuadas, efectivas**, en ese dominio. Así "*el conocimiento es un regalo que nos hacen los otros*" cuando aceptan como efectivas y adecuadas nuestras acciones, en un dominio que ellos especifican. Esto hace posibles tantos dominios de conocimiento, como criterios puedan ser aceptados por un observador para juzgar adecuadas las acciones de otro organismo -sea o no humano-. En cualquier grupo de clase, se dirá que un alumno o un profesor

saben física, si realizan las acciones que en dicho grupo, se aceptan como válidas para el dominio de conocimiento físico. Nótese que ni el alumno ni el profesor "saben" en sentido absoluto. Es interesante reflexionar sobre esto, tomando en cuenta el hecho de que para los físicos, matemáticos, biólogos profesionales, los profesores de estas disciplinas suelen "no saber". Así personas que "saben" en un cierto grupo pueden "no saber" en otro. Si entendemos el conocer como participación en un dominio del vivir definido por cierta clase de acciones, esto es totalmente aceptable. El conocer humano se realiza en comunidades de conocimiento, que resultan definidas según el criterio de aceptabilidad de lo que para sus miembros son acciones aceptables. Los dominios de conocimiento son consensuales y operatorios pues especifican un sistema de prácticas compartidas.

Según cómo se considere el papel del observador hay dos maneras de enfocar el problema del conocimiento. Estas dos posiciones son: "*objetividad entre paréntesis*" y "*objetividad sin paréntesis*" (Maturana, 1995). En el dominio de la objetividad sin paréntesis se asume que el observador tiene acceso a un mundo independiente. Los objetos pueden ser físicos, matemáticos, biológicos, míticos, etc. Por el contrario, al colocar la objetividad entre paréntesis, se reconoce que cada uno de esos objetos constituye un dominio de realidad particular, pero también que ninguno de ellos es una referencia a una realidad independiente de aquella que cada uno crea en el lenguaje, en su condición de observador.

La objetividad entre paréntesis invita a aceptar que como resultado de nuestra interacción con el ambiente, estamos irreductiblemente involucrados con el mundo que "*traemos a la mano*". Llamamos la atención acerca de que en otros dominios como el de la Física Cuántica, se ha propuesto un principio similar para los objetos que emergen en dicho campo de conocimiento. En este contexto de tantos dominios de conocimiento posibles como acciones sean aceptadas, las afirmaciones de conocimiento realizadas en un cierto dominio operan como **invitaciones** para ingresar al mismo dominio de realidad de quien las propone. Si la invitación es aceptada, ocurre una interacción consensual recurrente que permite emocionar y lenguajear constructivamente, en una mutua aceptación en la convivencia. Esto no significa que siempre se va a estar de acuerdo. Desde la objetividad entre paréntesis, los desacuerdos cognitivos no conllevan la negación del otro: "*tu estás equivocado, yo tengo la razón*". Los desacuerdos se interpretan como operaciones legítimas en dominios de conocimiento diferentes, que pueden dar lugar a un nuevo dominio de realidad que sea compartido por las partes.

Maturana (1991) propone que la decisión de estar, o no, en un cierto dominio cognoscitivo es el producto de nuestra emoción y no de lo que habitualmente se denomina razón. La coexistencia cognoscitiva supone una dinámica emocional que pasa por la seducción y no por la obediencia. Contrariamente, en la línea de la objetividad sin paréntesis las afirmaciones de conocimiento se realizan como si obedecieran un criterio de validación independiente de quien las formula, y en consecuencia, conllevan una exigencia de obediencia. Por

ejemplo, cuando en la escuela se presentan los enunciados científicos como verdaderos e incuestionables o las cuasiproposiciones lógico-matemáticas como verdades eternas y absolutas, se les está pidiendo obediencia. Obsérvese que esto sucede frecuentemente, aun cuando la petición la realice un profesor sonriente y paternal, o mediante ornamentados y bellos pero incuestionables textos escolares. Si no hay lugar para que el alumno dude, descrea, acepte o rechace, reconociéndolo como un legítimo otro en la convivencia, se está requiriendo obediencia, asumiendo implícitamente que se posee acceso independiente a "la verdad".

Evidentemente, si reflexionamos y decidimos tomar el lado de la objetividad entre paréntesis, nuestra posición acerca del conocimiento que queremos enseñar resulta radicalmente afectada. A lo sumo, estaremos en condiciones de formular a los estudiantes una invitación, cuya aceptación descansa sobre bases emocionales. Pero ¿es esto tan diferente de la proposición que afirma: para que se produzca aprendizaje significativo, el estudiante tiene que querer aprender? Frecuentemente, ni profesores ni alumnos tienen conciencia de estar en una dinámica emocional de negación, y como sabemos los resultados de aprendizaje no son satisfactorios. En este trabajo, nos proponemos reflexionar acerca de las bases de una didáctica de acciones fundadas en emociones contrarias a toda negación del alumno y de cualquier miembro del grupo de clase. En las secciones siguientes desarrollamos algunas proposiciones explicativas que entienden a las emociones como base de cualquiera de nuestras acciones, e intentaremos reformular a partir de ellas nuestras experiencias escolares.

III. Emoción y razón

Una característica de nuestra cultura occidental que también está muy instalada en la escuela, ha sido la exaltación de la razón y de la racionalidad como un aspecto intrínsecamente humano. En el dominio de la psicología cognitiva por ejemplo, sobre todo en los orígenes, el llamado "metapostulado logicista" se adoptó como una característica esencial al sujeto cognitivo - a priori para unos, construida para otros-. La Teoría de los modelos mentales de Johnson Laird explica el razonamiento y los procesos de inferencia, apartándose del enfoque dominante, por tratarse de una teoría no racionalista (de Vega, 1980). Su teoría establece que nuestra manera de realizar inferencias no es lógica sino analógica, aún cuando podemos llegar a pensar lógicamente, nuestra mente lo hace sin usar reglas lógicas ni de inferencia. Por el lado de la epistemología, el concepto de racionalidad entra en crisis con la obra de Kuhn y también en la filosofía y la sociología del siglo XX. Sin embargo, al menos en el imaginario pedagógico, la escuela sigue siendo el templo de la razón positiva. Es muy común escuchar decir a los profesores que sus estudiantes no pueden aprender mecánica cuántica, relatividad, electromagnetismo o matemática, porque carecen de pensamiento lógico, como si se tratara de una competencia innata, en lugar de una sofisticada forma de pensar que se construye según nuestra historia de vida y bajo ciertas circunstancias.

La tradición que identifica humano con racional también suele oponer razón con emoción. Nuestra posición es exactamente la contraria, invitamos a aceptar que todo sistema racional posee un fundamento emocional, tomando en cuenta las consecuencias que esto tiene en la esfera de lo didáctico. Usualmente, los términos emoción y sentimiento suelen usarse de manera indiferenciada bajo la denominación de afectos. Aquí nos referimos a las emociones diferenciándolas de los sentimientos.

Las emociones refieren al dominio de acciones en el cual un animal se mueve "*las emociones son disposiciones corporales dinámicas que especifican el dominio de acciones de las personas y de los animales*" (Maturana,2002:16). No hay una acción humana, sin una emoción que la fundamente y la haga posible. Cuando estamos en la emoción de la ira, nuestro dominio -conjunto de posibilidad- de acciones será congruente con dicha emoción. ¿Cómo se conoce el estado emocional en el cual se encuentra un animal -humano o no-? Basta con observar sus acciones. Si un estudiante se encuentra bajo la emoción del miedo, en una situación escolar que a él lo atemoriza -por ejemplo una situación de examen- es posible que le tiemble la voz, el pulso, que esté agitado y que actúe muy diferente que cuando compartía sus tareas con sus compañeros del grupo de clase. Un profesor de Matemática está frente al pizarrón de un aula, bajo la mirada de sus 150 alumnos en la Universidad mientras dice "...Voy a obtener todos los ceros de **mi** polinomio, y luego voy a estar en condiciones de establecer los intervalos de positividad de **mi** función..... Entonces **mis** ceros me indican **mis** posibles intervalos a considerar..." Estas acciones revelan que este profesor está bajo la emoción de la superioridad, sus acciones dicen que el conocimiento le pertenece hasta tal punto que los objetos matemáticos son **suyos**. ¿Tendrá conciencia de que está dejando fuera a sus alumnos, y que al hacerlo, los está negando?

Entre el repertorio de emociones posible, Maturana (1990:23) considera fundamental la que él denomina emoción del amor. Esta emoción habría sido decisiva en el surgimiento de una característica esencialmente humana: el lenguaje. El amor sería la emoción que especifica un dominio de acciones que nos hacen *aceptar al otro como un legítimo otro en la convivencia*. Las interacciones basadas en la emoción del amor, amplían la convivencia, las interacciones basadas en la emoción de la agresión destruyen la convivencia porque niegan al otro. La idea de Maturana es que el lenguaje, como dominio de coordinaciones conductuales consensuales, no puede haber surgido en la agresión ni en la competencia, sino en la cooperación.

Sin embargo, a pesar de estar dotados con una impronta biológica amorosa, vivimos en una cultura que ha desvalorizado las emociones y sobrevalorado la razón. Fundamentalmente, este argumento se adopta cuando se quiere decir que los humanos somos diferentes a los demás animales porque somos racionales. Sin embargo, y afortunadamente para nuestra supervivencia, somos seres emocionales, animales que viven en la emoción. Las emociones no son un obstáculo para la razón, sino todo lo contrario "*Las emociones son*

dinámicas corporales que especifican los dominios de acción en los cuales nos movemos"

Por ejemplo, una baja calificación en una evaluación, puede vivirse como una transición hacia un estado de más conocimiento o como una agresión externa, dependiendo de la emoción en la que los participantes se encuentren. Supongamos que en esta instancia el profesor convoca al alumno para conversar, para animarlo a profundizar más en algunas cuestiones. Si ambos se encuentran en emociones distintas, por más razonable, impecable y perfecto que sea el discurso del profesor, puede resultar completamente ineficaz para convencer al alumno.

Cuando reflexionamos, nos damos cuenta que todo sistema racional se basa en la aceptación a priori de una serie de proposiciones o incluso de cuasi-proposiciones -si fuera un sistema axiomático- que se aceptan porque así se lo quiere, por motivos estéticos, religiosos, epistémicos o de cualquier otra índole. Recordemos la postura de Lakatos: la decisión de declarar infalsable el núcleo duro de una teoría científica -física, química, biológica, psicológica, económica, etc.- es una decisión racional -aceptación de la infalsabilidad- basada en motivos de índole metodológica de la comunidad científica, dirigida a proteger al núcleo en la medida que las falsaciones recaen en el cinturón protector. Para Laudan, los criterios de racionalidad están relacionados con valores epistémicos compartidos por una comunidad científica y diferentes entre una y otra. También si pensamos en la matemática pura, entendida como la ciencia que se ocupa de la invención de sistemas axiomáticos y de la investigación de cuales son sus teoremas (Klimovsky & Boido, 2005:129), la adopción de los axiomas es convencional, lo cual no mengua la condición de racional que se acepta para la matemática.

En síntesis, compartimos la idea de Maturana: los sistemas racionales son aceptados porque conciente o inconcientemente se está dispuesto a hacerlo, es decir, que nuestro actuar es racional en correspondencia con un conjunto de acciones que aceptamos como tales en un cierto dominio. De allí las expresiones cotidianas tales como *"te doy la razón"* ¡La razón es algo que nos dan los otros en el marco de un cierto dominio de acciones consensuales! En la base de las acciones por las cuales se acepta o se rechaza un sistema racional, hay emociones que nos determinan a actuar de una cierta manera y por tanto, no existe esta pretendida antinomia emoción- razón, al contrario, las emociones son la condición de posibilidad de la razón y del lenguaje.

Emociones y lenguaje

Hemos insistido en que las emociones denotan posibles dominios de acciones en los cuales un animal se mueve. Si decimos que alguien está iracundo, estamos distinguiendo el hecho de que se encuentra en un dominio de posibles acciones que se corresponden con disposiciones corporales de estar enojado - el ceño fruncido, los puños apretados, el rictus labial hacia abajo, la voz entrecortada, el pulso acelerado, etc.- También hemos remarcado nuestra

adhesión a la idea de que toda acción humana se basa en una emoción que la fundamenta y la hace posible como acto (Maturana, 2001: 23).

El lenguaje consiste en un operar recurrente, en coordinaciones de coordinaciones conductuales de acciones consensuales. El surgimiento del lenguaje, requería además de un cerebro de ciertas proporciones, de un modo de vida basado en la convivencia bajo un tipo particular de emoción: el amor. No se trata del amor entendido como sentimentalismo o exaltación romántica, sino de disposiciones corporales que nos permiten aceptar a otro ser, como un legítimo otro en la convivencia. Entonces, para estar en el lenguaje como dominio de coordinaciones de acciones conductuales consensuales, se requiere la convivencia basada en la aceptación recíproca.

Es por el lenguaje que somos humanos, es decir existimos en el lenguaje. El lenguaje nos abre la posibilidad de existir en un espacio relacional en el cual podemos distinguir múltiples dominios de acción y de racionalidad, en particular el dominio científico. En consecuencia, si aceptamos que lo racional es una forma particular de estar en el lenguaje, es decir en un cierto dominio existencial consensual y aceptado a priori, también aceptamos que nuestras acciones racionales al igual que cualquier acción, se fundamentan en emociones que las hacen posibles.

IV. Conocimiento, lenguaje y explicación en la concepción de Maturana

Cuando se formula la pregunta ¿cómo conocemos? no se puede dejar de considerar que somos conocedores y observadores en el conocer y en el observar, y que nuestra humanidad se da en el lenguaje. Por medio del lenguaje podemos reflexionar acerca de lo que nos sucede, y darnos cuenta de que nuestra forma humana de conocer y de ser, se da en el lenguaje. Fuera de él no hay discurso, y al decir de Maturana *"fuera del lenguaje somos sin serlo, hasta que reflexionamos sobre el ser"*. Aunque hacemos cosas fuera del lenguaje, como respirar o hacer la digestión, si queremos explicarlas, necesitamos del lenguaje. Decimos que nuestra existencia en el lenguaje, nos pasa, cuando reflexionamos acerca del lenguaje ya estamos en él. Si formulamos la pregunta por el conocer, tenemos dos opciones: una es aceptar nuestra facultad de conocer como una condición dada, y la otra, es querer explicarlo.

Explicar es proponer una reformulación de la experiencia que se quiere explicar en una forma que resulte aceptable para el observador. Una explicación será tal para alguien que la escucha, pero además, depende de que él acepte como tal la reformulación de la experiencia que se quiere explicar. Ninguna proposición explicativa es una explicación en si misma, a menos que sea aceptada por el observador.

Ya mencionamos en la sección tres que se puede descartar la pregunta por las propiedades del observador, o por el contrario, aceptar responder esa

pregunta. En el primer caso, se da por sentado que en tanto observadores y conocedores, tenemos la capacidad de hacer referencia a entes cuya realidad es independiente de nosotros y a verdades cuya validez es independiente de nuestro hacer. Maturana llama a la línea explicativa que afirma explícita o implícitamente que nuestras capacidades cognitivas son intrínsecas, el camino de la "objetividad sin paréntesis". En este camino explicativo, la verdad de la respuesta a una pregunta se fundamenta en una realidad independiente de nosotros, en general funcionamos así en nuestro vivir cotidiano. El problema surge cuando decidimos preguntarnos ¿cómo surge el lenguaje en la historia de los seres vivos? ¿cómo es que nos comunicamos? ¿cómo es que tenemos conciencia y autoconciencia? ¿qué es esto de explicar? Si de entrada se acepta que tenemos conciencia, o capacidad de autoconocimiento, se disuelve la pregunta.

Una característica del observador en tanto que organismo biológico es su clausura operacional. Es decir que las respuestas que el organismo da a las "perturbaciones del medio" no dependen de lo que está "afuera", sino de la dinámica estructural del organismo en ese momento. Esta proposición lleva a la imposibilidad de distinguir entre "ilusión" y percepción, haciendo necesario colocar la objetividad entre paréntesis en el proceso de explicar. Esto no significa negar la existencia de objetos, o la posibilidad de especificar un dominio de referencia en el que se actúa como si fuese independiente de uno. Lo que se dice es que no se puede explicar con fundamento en la existencia de un mundo pre-dado, independiente. Aceptar una explicación como válida, es considerar que una cierta reformulación de la experiencia satisface algún criterio de coherencia que explícita o implícitamente nosotros proponemos, o al cual adherimos.

Las disciplinas científicas son dominios explicativos en los cuales se aceptan ciertas explicaciones como reformulación de la experiencia, más un mecanismo para generar tales explicaciones, que constituye su criterio de validación. Sólo si se satisface este criterio de validación una explicación es una explicación científica y una afirmación es científica si se basa en explicaciones científicas. En síntesis, en el camino de la objetividad entre paréntesis, existen muchos dominios explicativos posibles, y cada uno constituye un dominio de objetos establecidos como explicaciones de la experiencia, es decir un dominio de realidad. En esta línea también emerge el hecho de que "lo real" es también una proposición explicativa.

V. Emociones y sentimientos

Para abordar esta relación ampliaremos nuestra perspectiva teórica respecto de las emociones, recurriendo al trabajo del neurobiólogo Antonio Damasio (1994, 2005). En su obra reciente: *"En busca de Spinoza"* Damasio (2005) destaca el papel de las emociones en el pensamiento humano. Su análisis integra evidencia neurocientífica con una postura filosófica sostenida por el filósofo holandés Spinoza (1632-1677) quien consideraba a los sentimientos y emociones como los aspectos centrales de la condición humana. Con matices,

las ideas de Damasio sobre las emociones y su papel en la supervivencia de la especie humana, tienen muchos puntos de contacto con las de Maturana. Su perspectiva suma el análisis de las relaciones entre emociones, sentimientos y razonamiento, coincidiendo con Maturana en que las poblaciones cuyo cerebro expresa un mandato cooperativo, sobreviven. Como neurobiólogo, Damasio considera que nuestro cerebro está construido para la cooperación con otros, en la realización del mandato humano de supervivencia.

- “1. Una emoción propiamente dicha, como felicidad, tristeza, vergüenza o simpatía, es un conjunto complejo de respuestas químicas y neuronales que forman un patrón distintivo.*
- 2. Las respuestas son producidas por el cerebro normal cuando detecta un estímulo emocionalmente competente (EEC), esto es el objeto o acontecimiento cuya presencia, real o en rememoración mental, desencadena la emoción. Las respuestas son automáticas.*
- 3. El cerebro está preparado por la evolución para responder a un EEC con repertorios específicos de acción. Sin embargo, la lista de EEC no se halla confinada a los repertorios que prescribe la evolución. Incluye muchos otros aprendidos en toda una vida de experiencia*
- 4. El resultado inmediato de estas respuestas, directa o indirectamente, es un cambio temporal en el estado del propio cuerpo y en el estado de las estructuras cerebrales que cartografían el cuerpo y sostienen el pensamiento.*
- 5. El resultado último de las respuestas, directa o indirectamente, es situar al organismo en circunstancias propicias para la supervivencia y el bienestar.” Damasio (2005:55)*

Las emociones modifican el estado del cuerpo de una manera que puede o no manifestarse a simple vista, son automáticas aunque en ciertos casos modulables, y no necesariamente tenemos plena conciencia de sus consecuencias una vez que se disparan. Desde un punto de vista biológico, las emociones están al servicio de nuestro organismo, de su bienestar y supervivencia. Las emociones preceden a los sentimientos tanto en el momento de experimentar una emoción, como evolutivamente (Damasio, 2005:34). En la evolución, los mecanismos cerebrales que sustentan las respuestas emocionales se formaron antes que los que sostienen a los sentimientos. Las emociones son funcionales a un complejo sistema de regulación vital, y están dirigidas a evitar los peligros, ayudar al organismo a sacar partido de una oportunidad, o indirectamente a facilitar las relaciones sociales. El hecho de que las emociones continúen siendo esenciales en la existencia cotidiana de nuestra especie, revela que ellas contribuyen eficazmente a la supervivencia.

Damasio clasifica a las emociones en tres categorías efectivas a las cuales considera provisorias: emociones de fondo, emociones primarias y sociales. Las primeras no son especialmente visibles en nuestro comportamiento, son expresiones compuestas de acciones reguladoras que se intersecan en cada momento de nuestra vida. Podría decirse que se relacionan con eso que

denominamos estado de ánimo en un momento determinado: bueno, malo o intermedio.

Las emociones básicas o primarias, son aquellas que tradicionalmente se ha estado dispuesto a incluir como tales: ira, asco, sorpresa, miedo, tristeza y felicidad. No son privativas de la especie humana, aunque se las reconoce mayoritariamente en diversas culturas. El mayor conocimiento actual acerca de las emociones proviene de la identificación de este grupo.

Las emociones sociales, incluyen simpatía, turbación, desdén, admiración, gratitud, indignación, celos, culpa, etc. Son un complejo entramado de respuestas reguladoras. Ellas tampoco diferencian a la especie humana de otras especies animales, pueden encontrarse en chimpancés, delfines, lobos y en los mamíferos en general, pero también en ciertos grupos de insectos como las abejas y las hormigas. Parece poco probable que a estos animales se les haya enseñado a emocionar, la disposición a exhibir una emoción social estaría profundamente arraigada en el cerebro del organismo, lista para ser desplegada cuando una situación apropiada la "gatille". Si bien las personas también disponemos de un considerable aparato emocional fruto de la evolución, además desarrollamos emociones que tendrían un origen inconsciente, producto de toda una vida de percepción, emoción y relación con personas, grupos, objetos, actividades, lugares e instituciones.

Según Damasio (2005) la evolución ensambló la maquinaria cerebral de la emoción y el sentimiento en etapas. Primero fue la maquinaria para producir reacciones a objetos y circunstancias, luego, se desarrolló el mecanismo para producir un mapa cerebral y después una representación mental del estado resultante del organismo: los sentimientos. Las emociones permitieron al organismo responder de manera efectiva pero no creativa a las circunstancias favorables o amenazadoras para la supervivencia. Los sentimientos introdujeron un alerta mental y potenciaron el impacto de las emociones al afectar de manera permanente la atención y la memoria. Así, conjuntamente con los recuerdos, la imaginación y el razonamiento, los sentimientos posibilitaron la producción de respuestas nuevas, no estereotipadas. Entonces, en el principio fue la emoción, pero es importante recordar que junto con la emoción el organismo produce una acción.

Hemos dicho que Damasio nos ayuda a distinguir entre emociones y sentimientos, es hora de presentar su visión sobre estos últimos. *"Los sentimientos, en el sentido que se emplean en este libro, surgen de cualquier conjunto de reacciones homeostáticas, no únicamente las emociones propiamente dichas. Traducen el estado de vida en curso en el lenguaje de la mente. [...] Mi hipótesis es que un sentimiento es la percepción de un determinado estado del cuerpo junto con la percepción de un determinado modo de pensar y de pensamiento con determinados temas"* Damasio (2005:85-86). Los sentimientos se entienden como una representación del cuerpo implicado en un estado reactivo. Cabe aclarar que esta representación no es necesariamente la que estrictamente se está dando al nivel del cuerpo,

porque las regiones cerebrales de sensación corporal pueden ser afectadas por otras, de manera tal que nuestro sentimiento conciente, no se corresponda siempre con el estado corporal real.

Los procesos básicos que posibilitan las sensaciones y sentimientos pueden resumirse como sigue. Para tener sentimientos se requiere de un organismo que además de poseer un cuerpo, tenga un medio de representar dicho cuerpo en su interior, es decir tenga un sistema nervioso. Por ejemplo las plantas, no pueden hacer eso. Dicho sistema nervioso tiene que ser capaz de cartografiar los estados corporales en patrones neurales y transformarlos en representaciones mentales. Pero también, se necesita que el sentimiento sea conocido por el organismo, es decir se requiere conciencia, si bien la relación entre sentimiento y conciencia no es directa ni sencilla, parece difícil sentir sin tener conciencia de ello! Lo complicado, es que la maquinaria de las sensaciones contribuye en si misma al proceso de formación de la conciencia y del yo. Para evitar caer en circularidades, se requiere admitir que se trata de un proceso complejo y ramificado. Finalmente, es el cerebro del organismo quien genera los mismos estados corporales que luego son evocados frente a los diversos objetos, es decir está doblemente presente, tanto para construir el estado corporal emocional concreto como para generar el sentimiento correspondiente.

Dos son los sentimientos básicos que rigen nuestra autorregulación vital: alegría y pena. ¿Cómo es que llegamos a experimentarlos? Todo comienza con un objeto adecuado (EEC) que conduce a la selección de un programa preexistente de emoción, esta a su vez lleva a la generación de un conjunto concreto de mapas neurales del estado del cuerpo, al que contribuyen señales que proceden del propio cuerpo. Ciertos mapas configurados de una determinada manera son la base del estado mental que denominamos alegría, placer y sus variantes, otros, son la base para el estado mental que denominamos pena, tristeza, dolor.

Los mapas asociados a la alegría, significan estados de equilibrio para el organismo, que pueden suceder realmente o presentarse como si ocurrieran. Los estados alegres además de ser propicios a la supervivencia tienen el añadido del bien-estar. Los estados de alegría se definen así mismo por una mayor capacidad para actuar.

Contrariamente, los mapas relacionados con la tristeza corresponden a desequilibrios funcionales del organismo y reducen la facilidad de acción. El dolor, los síntomas de enfermedad indican un desequilibrio de las funciones vitales, si no se contrarresta, la situación es propicia para la enfermedad y la muerte (Damasio, 2005:134). En síntesis, los sentimientos pueden ser sensores mentales del interior del organismo y pueden ser nuestros centinelas. Los sentimientos son las expresiones mentales de equilibrio o desequilibrio interno.

Es importante remarcar que *"alegría y tristeza son en gran parte ideas del cuerpo en el proceso de maniobrar para situarse en estados de supervivencia óptima."* (Damasio, 2005:136).

Los sentimientos y las emociones son fundamentales en las relaciones sociales y en la toma de decisiones que requiere la vida social, es decir en el razonamiento. Las emociones positivas o negativas y los sentimientos que de ellas se siguen, están directamente implicados en nuestras experiencias sociales. Diferentes opciones de acción y diferentes resultados futuros están asociados a diferentes emociones / sentimientos, que en una situación dada, posibilitan el proceso de toma de decisiones de manera automática y apropiada. Las señales emocionales no son sustitutos del razonamiento adecuado -que genera un comportamiento razonable- en ciertas circunstancias, solo lo hacen más rápido y eficiente. Un aspecto clave es que la señal emocional puede operar enteramente bajo el control de la conciencia, afectando la atención y la memoria de trabajo, de tal manera que el proceso de toma de decisión resulte sesgado, casi sin darnos cuenta, hacia la mejor opción posible. La sabiduría popular afirma cosas tales como "mi corazón me decía qué tenía que hacer" o "lo sentía en las vísceras". Es importante remarcar que contrariamente a lo que sostienen ciertas tradiciones dualistas, las emociones son intrínsecamente racionales, en el sentido de que conducen a la mejor solución en términos de supervivencia.

Los seres humanos poseemos un complejo repertorio de mecanismos de regulación para la supervivencia, que pueden clasificarse como automáticos o no automáticos. Los primeros incluyen a las emociones y a los sentimientos que ellas originan, y son el fundamento de un repertorio de comportamientos orientados a la supervivencia: éticos, compasivos, colaborativos, etc. Dentro de los mecanismos no automáticos, tendría que ser posible incluir a ciertas instituciones humanas cuyas normas y afirmaciones deberían ser extensiones de los modos de regulación vital y de las estrategias de autorregulación y autopreservación: escuelas, instituciones científicas, lugares de trabajo, de esparcimiento, familias, etc. El problema es que frecuentemente, los dispositivos no automáticos parecen entrar en conflicto con los automáticos. Así, vivimos en instituciones sociales regidas por mecanismos de competencia, lucha, agresión, poder, miedo, no cooperación, negación del otro, etc, que como hemos señalado, van en contra de nuestra base emocional para la supervivencia: cooperación, asociación, amor -entendido como de aceptación de la legitimidad del otro en la convivencia-.

Según Spinoza esta tendencia hacia la supervivencia permite fundar una ética del comportamiento humano *"el primerísimo fundamento de la virtud consiste en el esfuerzo (conatum) para conservar el yo individual y la felicidad consiste en la capacidad humana para conservar el yo"* (Proposición 18, parte IV de la *Ética*, citado en Damasio, 2005). Nuestro organismo humano se conoce a si mismo porque su mente ha construido un yo y además, posee una tendencia natural a preservarlo ¿Pero qué hay de ético o de virtuoso en esa tendencia? La autopreservación del yo es virtuosa, porque sólo puede realizarse con la

preservación del yo del otro. El principio biológico según el cual los seres humanos estamos equipados con emociones, sentimientos, y otros mecanismos de autopreservación como conocer y razonar, conduce a la felicidad, porque la autopreservación sólo es posible viviendo en acuerdo, aceptación y armonía con otros. Tenemos el mandato biológico de sobrevivir y maximizar la supervivencia placentera en lugar de la dolorosa. La condición de regulación de la vida se expresa en forma de afectos (alegría-tristeza) y la felicidad como bien, consiste en poder librarse de las emociones negativas, porque la felicidad es el esfuerzo por preservar la vida "*La felicidad no es una recompensa por la virtud, es la virtud misma*" (Damasio, 2005:170).

En síntesis, retomamos el intento de formular una didáctica relacionada con emociones, sentimientos y razonamientos, centrada en acciones que permitan coherencia operacional entre los mecanismos de regulación humana y la comunidad escolar. Entendemos que en las instituciones educativas deberían darse formas de autorregulación acopladas con nuestra base emocional colaborativa. ¿Porqué? porque vivir es conocer y todo conocer es hacer y todo hacer es conocer, pero no hay hacer sin una base emocional adecuada y no hay conocimiento a menos que sea compartido. En consecuencia, el conocimiento también está en la base de este esfuerzo por la felicidad, entendida como supervivencia, que esencialmente es con otros.

VI. Principios Generales

En esta sección enunciamos a modo de principios, algunas de las ideas desarrolladas a lo largo de este trabajo con relación al conocimiento y al papel de las emociones, los sentimientos y la razón en el conocer.

1. Principio de la matriz biológica del conocimiento

El conocimiento es producto de la interacción adaptativa de un organismo con su medio. Vivir es conocer, en consecuencia el conocimiento es adaptación y cambio estructural del organismo con conservación de su organización.

2. Principio de Continuidad

En correspondencia con el primer principio, existe una continuidad funcional en la vida de un organismo, desde que nace hasta que muere. Entonces el mecanismo general de conocimiento se conserva en el flujo del vivir, se trata de una continuidad funcional, pero no estructural.

3. Principio de la acción

El origen y la base del conocimiento de un organismo están en la acción. La acción permite dar cuenta de la raíz biológica del conocimiento, puesto que no hay acción sin una emoción que la haga posible y la sostenga. La acción también tiene una dimensión psicológica, ya que sobre la base de las emociones como generadoras de acciones, permite el desarrollo de la mente humana, capaz de conciencia y autoconciencia. De esta dimensión emergen los sentimientos, pensamientos y razonamientos, que son decisivos para la supervivencia del organismo humano. Finalmente, la acción externa del

organismo sobre el medio y los objetos retroalimenta el proceso de generación de conocimiento. Todo conocer es hacer y todo hacer es conocer (Maturana y Varela, 1984).

4. Principio de la emoción como fundamento de la acción

Como se explicó en las secciones precedentes, las emociones fundamentan y hacen posibles nuestras acciones. La emoción en la que nos encontramos determina nuestro curso de acción. Para ingresar en cierto dominio de conocimiento se requiere aceptar las acciones consideradas válidas en ese dominio, así, cada dominio de conocimiento está sostenido en un repertorio de emociones que subyacen a las acciones que lo definen como tal. Para entender cualquier actividad humana, en particular la reconstrucción de conocimiento físico en la escuela, la universidad o en un instituto de investigación, precisamos considerar las emociones que definen el dominio de acciones que caracteriza a esa actividad. La actividad humana que llamamos hacer ciencia, está especificada por la emoción de la curiosidad. Los científicos viven en la pasión por explicar conforme a los criterios de validación aceptados por la comunidad científica. La historia de la Ciencias es elocuente sobre la relación entre la actividad científica y la emoción de la curiosidad, que lleva a la pasión por preguntarse, por crear y responder según las formas aceptables de rigor en cada época.

5. Principio de la convivencia como base de la supervivencia

Las características esenciales del organismo humano y de su supervivencia, requieren de una emoción que las haga posibles: el amor. Esta emoción especifica un conjunto de acciones que posibilitan la aceptación del otro como un legítimo otro en la convivencia. Nuestra biología nos ha dotado con un cerebro preparado para la cooperación y la asociación armoniosa con otros. La mayor parte de los sufrimientos y enfermedades humanas a escala individual y social, provienen de la ignorancia de este principio. Las emociones que niegan la legitimidad del otro destruyen la convivencia y atentan contra nuestra capacidad de sobrevivir. Vivir en una dinámica emocional de negación compromete nuestro hacer, nuestro conocer, nuestro sentir y nuestro razonar.

6. Principio de existencia en el lenguaje

La característica distintiva del organismo humano respecto de otras especies animales es el lenguaje que surge como producto de la convivencia en la emoción del amor. El lenguaje posibilita la conciencia, la autoconciencia y el surgimiento del yo. En el lenguaje podemos reflexionar acerca de nuestra supervivencia y existencia. Somos y existimos en el lenguaje, que habría surgido en un espacio de aceptación mutua y de interacciones recurrentes entre el lenguajear y el emocionar que denominamos conversar. El lenguaje posibilita la reflexión y la toma de conciencia de nuestras emociones y de las consecuencias de nuestras acciones. Es nuestra responsabilidad decidir si queremos o no las consecuencias de nuestros actos.

7. Principio de vigilancia ante la tentación de la certidumbre

Aceptar nuestra condición de observadores involucrados en aquello que distinguimos en el acto de observar, colocar nuestra objetividad entre paréntesis reconociendo nuestra imposibilidad de distinguir entre "ilusión y percepción" supone renunciar a toda pretensión trascendente de verdad o certidumbre. Sin embargo en nuestro hacer cotidiano, actuamos como si viviéramos en un mundo independiente de nosotros, no dudamos sobre el modo en que las cosas son. Por el contrario, entender el conocimiento como acción, como generación de un dominio de acciones aceptadas y consensuadas con otros, requiere ejercer este principio de vigilancia para no caer en la tentación de la certidumbre. La certidumbre nos ciega al acto cognoscitivo del otro y nos coloca en una dinámica emocional de negación. Invitamos a "cuidarnos" de la tentación de la certidumbre, porque ella es origen de superioridad, de infalibilidad, de inflexibilidad, de inmodestia, de fanatismo, etc.

8. Principio de la Felicidad

La felicidad es la capacidad humana de conservar el yo individual, es el esfuerzo por la supervivencia. La felicidad requiere esfuerzo para liberarse de las emociones negativas. Pero nuestra supervivencia está atada a la conservación de nuestro yo y del yo de los otros. Estamos constituidos biológicamente para cooperar con otros en el mandato humano de la supervivencia.

VII. Principios Didácticos

Los alumnos son el alfa y el omega del proceso educativo. Ellos tendrían que ser invitados a ingresar en un dominio de conocimiento y esta en ellos aceptar o rechazar la invitación. Esta postura tiene puntos de contacto con la proposición que Ausubel formuló en 1963 cuando estableció con total claridad que el aprendizaje significativo requiere necesariamente de alguien que quiera aprender, y que lo aprendido depende de lo que ese alguien ya sabe. También nos identificamos con las tesis centrales de la Epistemología Genética, que entiende al aprendizaje como una construcción del sujeto en interacción dialéctica con el objeto, esto es el objeto y el sujeto devienen tales en el acto de conocer. Además, adherimos a desarrollos posteriores basados en la Teoría Piagetiana como La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990, 1994, 1996, 2005) quien estudia los procesos de conceptualización en situación, tomando en cuenta la relevancia del lenguaje y de la actuación del sujeto con relación a un campo de conceptos. Los referenciales cognitivos mencionados, son necesarios para entender como aprenden los alumnos. Pero además, necesitamos instrumentos para diseñar, articular e implementar acciones en el aula que tomen en cuenta la dimensión biológica, psicológica y didáctica.

Un breve recorrido por cualquier escuela permitirá apreciar un fenómeno didáctico que hemos denominado "la subestimación del alumno" (Otero, 2006; Córca y Otero, 2005; Sureda, Otero, Elichiribehety, 2006). El fenómeno

también puede ser comprendido cuando se reconocen una variedad de teoremas en acto, que los profesores ejecutan reiteradamente en las clases. Ellos pueden sintetizarse como sigue: los alumnos de escuela media son incapaces –por razones de muy diversa índole- de asumir las dificultades, desafíos, cuestionamientos, incertidumbres y esfuerzos que conlleva el estudio de disciplinas como física o matemática, entre otras. Algunas de dichas razones son que “la física y la matemática son muy abstractas”, “que los estudiantes carecen de pensamiento lógico y de un lenguaje apropiado para afrontar el estudio”, “que no poseen motivación, ni hábitos de estudio”, etc. Este fenómeno cuya consecuencia fáctica es la negación del alumno en el aprendizaje se origina en que los profesores asumen una tarea imposible, falaz y destinada al fracaso: pretenden hacerse cargo del aprendizaje del alumno.

Como componentes en interacción de un sistema ecológicamente adaptado, viable, pero no deseable, los profesores se transforman en los protagonistas centrales de la actividad de la clase. Ellos son quienes preguntan y también, quienes responden. Ellos "traen sus objetos" y los manipulan ante la mirada de los alumnos, que resultan negados, porque esos objetos no les pertenecen. Adoptando el principio de complejidad acumulativa, los profesores segmentan y puntualizan el conocimiento transformándolo en “temas puntuales”. Paso a paso, entronizan procesos que van de lo particular a lo general e instalan la repetición mecánica de ejercicios rutinarios. Así, cumplen con una misión que ellos suponen que tienen y que los alumnos les demandan: explicar² (aclarar, iluminar, mostrar). Llamamos a este fenómeno “la metáfora del profesor explicador” (Córlica y Otero, 2005). El papel reduccionista de explicador, de facilitador, el de quien mastica primero el saber para luego alimentar a sus "limitados" alumnos, se ha impuesto en la institución escolar y también más allá de sus fronteras. Nosotros sustituiríamos el papel de este profesor que enseña preguntas correctas y respuestas correctas, por otro mucho más "incómodo" pero también más desafiante e interesante tanto para él como para el alumno, a la vez que mucho más profesional y complejo: el del profesor cuestionador, el del profesor que promueve Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2000, 2005).

¿Cómo podríamos producir un cambio en un sistema tan complejo como el grupo de clase? En principio, invitando a ingresar en un dominio didáctico diferente, donde se acepten como válidas otras acciones, generadoras de emociones que aumenten la convivencia. Este es el objetivo de nuestra reflexión. Los alumnos, los niños, los jóvenes, viven en la cultura a la que los incorporamos. Como ha señalado Maturana, suele decirse que el futuro está en los jóvenes, eso no es tan así, el futuro está en los adultos que tenemos que educar a los jóvenes. Esto no significa que toda la responsabilidad es nuestra, somos co-responsables del aprendizaje de nuestros alumnos. ¿Cómo vamos a evitar esta dinámica emocional de negación del alumno? No tenemos respuesta segura a tal pregunta. A continuación, proponemos algunos principios didácticos provisorios, que seguramente resultarán reformulados en

² Explicar no tiene aquí el significado que se asume en el contexto del trabajo. Se usa la expresión que emplean los estudiantes para referirse a la principal actividad del profesor.

reflexiones posteriores. Con base en los principios fundamentales, especificamos un pequeño conjunto de principios didácticos:

D.1 Principio de la Institución Educativa como integrante del sistema de regulación vital

Las instituciones educativas son creaciones humanas para extender -al menos como deseo o intención- los mecanismos de regulación vital. Se trataría de mecanismos de regulación no automáticos, que al igual que los automáticos, tendrían que ser funcionales a nuestra supervivencia. En este sentido, la escuela puede ser entendida como una posibilidad de convivir armoniosamente con otros, en adaptación. La institución escolar tiene que proponerse como un ámbito propicio para nuestra felicidad y supervivencia.

D.2 Principio del Grupo de clase como ámbito de convivencia

Alumnos y profesor o profesores constituyen grupos que participarán en diversas redes cerradas de conversaciones o culturas con relación a un dominio de conocimiento específico. Tales grupos de clase (**GC**) tendrían que funcionar como espacios de máxima convivencia como condición de posibilidad del desarrollo de la identidad de cada uno de sus miembros en armonía y felicidad. Para construir y contribuir a la convivencia se requiere estar en aceptación del otro.

D.3 Principio de Aceptación del Otro

La constitución de un espacio relacional de convivencia requiere que cada uno de sus miembros acepte la legitimidad del otro como un legítimo otro en la convivencia (Maturana, 1995). Esta aceptación origina acciones basadas en la emoción del amor, es decir, acciones contrarias a la negación del otro. Esta dinámica emocional es indispensable para reconstruir un dominio de conocimiento, cuya base es la aceptación de determinadas acciones como válidas. En esta dinámica de aceptación, todos los miembros del grupo necesitan "verse" mutuamente para que ninguno sea negado. El profesor necesita ser aceptado como un legítimo otro por los alumnos y recíprocamente. El profesor no puede negar al alumno, al menos, si desea construir una dinámica relacional apropiada para aprender. Este principio didáctico, está muy relacionado con el de vigilancia de la certidumbre (P7). En un grupo de clase, muchas de las acciones que se producen se realizan desde el hábito de la certidumbre:

"Toda pregunta tiene respuesta"; "El profesor está para preguntar y el alumno para responder"; "¡Esa sí que es una muy buena pregunta!"

"Si el profesor lo dice, seguro está bien"; "Si el libro -electrónico, impreso- lo dice, seguro que está bien"

"La física nos explica la realidad"; "La ciencia y la tecnología son buenas para el progreso de la humanidad"

"Los profesores no nos comprenden porque son viejos..."; "Los alumnos no nos comprenden porque son jóvenes..."

"Los alumnos son jóvenes, limitados, desinformados, desinteresados, desordenados..."

"Yo se, soy el profesor, represento al saber"

"Yo no se, seguro que no voy a entender, a menos que el profesor me lo explique"

"Si me lo explican bien, lo entiendo. Cuando no entiendo es porque no me lo explicaron"

"Esta no es la forma en que yo se los enseñé a resolver; si no usan la fórmula está mal"

"Eso está mal, porque a mi no me dio lo mismo..."

Cuando hablamos de aceptar al otro como legítimo otro en la convivencia, no nos referimos a tolerarlo. La tolerancia se realiza desde la certeza, precisamente toleramos a otro porque consideramos que está equivocado, absolutamente equivocado, mientras nosotros no lo estamos. Esta certidumbre tiene por detrás una base trascendente, no nos exige hacernos responsables de nuestro desacuerdo con el otro. El es malo y yo soy bueno, entonces lo tolero, le permito estar equivocado. En cambio, si estoy conciente de que no tengo acceso a la verdad ni a la realidad de manera trascendente, el otro es tan legítimo como yo y su realidad es tan legítima como la mía, aún cuando no me guste o suponga que es peligroso. En ese caso, puedo negarlo, pero asumiré mi responsabilidad, es mi decisión y mi deseo, no es porque pueda decir o no, que está equivocado.

D.4 Principio de la acción del Profesor

Cuando aceptamos los principios generales y los didácticos, nuestra experiencia como profesores se reformula. Caemos en la cuenta de que la ciencia que queremos enseñar no trata con la verdad en un sentido trascendente, ni con la realidad. Simplemente, adherimos a un criterio de validación acerca de lo que se exige de una explicación científica y a un conjunto de afirmaciones científicas basadas en explicaciones científicas válidas. Así, tampoco poseemos ninguna certeza, ni somos dueños de ninguna verdad, pero operamos en un espacio de reflexión que nos permite responsabilizarnos por las consecuencias de nuestras acciones.

Alumnos y profesores somos componentes esenciales en el grupo de clase. El principio de convivencia y el principio de legitimidad del otro, nos señalan la importancia de estar en la emoción del amor. En este sentido, tendremos que estar vigilantes respecto de la satisfacción de estos principios en el grupo de clase. Allí, nuestro "saber" está ligado a la aceptación de los alumnos, si ellos no aceptan nuestra invitación a ingresar en un dominio cognoscitivo en el que nosotros ya hemos participado, nada podremos hacer para enseñarles. Así como la emoción que determina las acciones científicas es la curiosidad y la pasión por explicar, la emoción que especifica las acciones del profesor es la de comunicar. He estado en un mundo maravilloso, el mundo de la Física, lo han construido personas que viven en la pasión por explicar: los físicos ¿quieres que lo exploremos juntos? El profesor es alguien que creyendo que ha encontrado un mundo digno de ser conocido ¡no lo quiere guardar solo para sí!

El dominio de acciones del profesor consiste en el diseño y la ejecución de un plan para ingresar o recrear con sus alumnos un mundo de significados compartidos, mundo que el profesor ya ha visitado antes. Su pasión está puesta en el destino, en el viaje, en sus riesgos, sus incertidumbres, las vicisitudes del camino, pero no es sólo su travesía la que importa, es la de todos y cada uno de los que mutuamente se acompañan.

La metáfora del viaje puede ayudarnos a entender las ideas que estamos proponiendo. Si el viaje no apasiona al profesor, difícilmente entusiasme a los alumnos. Si el profesor no conoce lo suficiente acerca del mundo al que invita, posiblemente se pierda o no llegue a ninguna parte. Hay muchas formas de recorrer ese mundo, el profesor selecciona un curso y luego, quizás deba cambiarlo. Su estudio previo del terreno, del grupo, sus anticipaciones, su equipaje, etc., serán muy importantes. No sabe cuál es el mejor camino, no es completamente responsable de lo que sucederá, es un experto en viajes pero no tiene certezas ni sobre el camino, ni sobre los resultados.

D.5 Principio de la acción del Alumno

Cuando reflexionamos sobre los principios generales también podemos imaginar cómo se modifica nuestra manera de entender a los alumnos. Ellos tienen la responsabilidad de aceptar o rechazar la invitación que se les realiza. Si la aceptan, serán responsables junto con el profesor y con los demás miembros del grupo. Los alumnos también tienen que comprometerse con la convivencia del grupo de clase. Esto exige la generación de una dinámica emocional basada en la emoción que les permite aceptar al otro como legítimo otro en la convivencia.

Aceptar ingresar en un mundo de significados compartidos que ellos no conocen, supone empezar a participar y a realizar un cierto tipo de acciones que son constitutivas del dominio cognoscitivo que se va a reconstruir. Esto es, el grupo de clase va a construir un dominio de conocimiento, en referencia a otro preexistente, pero estos dominios no serán estrictamente los mismos. Las acciones constitutivas del dominio que se va a reconstruir, a partir de las cuales emergerán los conceptos y las afirmaciones de conocimiento aceptadas como válidas -en arreglo a la satisfacción de cierto mecanismo explicativo- no serán estrictamente las mismas que las que operan en el dominio de referencia. Esto no implica que no conserven o no procuren conservar, cierta continuidad epistémica con las explicaciones científicas y los mecanismos para su generación en el dominio de origen. Así, mientras los científicos hacen ciencia movidos por la pasión de explicar, los estudiantes que intentan ingresar a ese mundo de significados compartidos, estarán al menos en principio, movidos por la pasión de comprender.

¿Cuáles serán las emociones que fundamentan las acciones de los alumnos con relación a la reconstrucción de un cierto dominio? Sería muy bueno contar con la curiosidad de los estudiantes, lo cual podría suceder si el conocimiento se propone de manera problemática y desafiante. También la emoción de la sorpresa podría tener un papel relevante, sorpresa frente a resultados

experimentales, sorpresa cuando lo que predice el sentido común no es lo que predicen los sistemas conceptuales contruidos, sorpresa frente a la incertidumbre, tan irreductible en los sistemas físicos -cuánticos- como en cualquier mundo que *traigamos a la mano*. Las dos anteriores también están relacionadas con la emoción de la cautela, y con la emoción social de la humildad. Todas se entienden bien desde nuestra metáfora del viaje por un mundo desconocido o poco conocido.

En términos generales esperaríamos que las acciones del alumno basadas en las emociones antes mencionadas, consistieran en acciones que de ser posible, nunca negaran al otro como legítimo otro en la convivencia. Las acciones aceptadas como válidas en el dominio de conocimiento que se va a construir deberán surgir del acuerdo, los conceptos emergerán de prácticas compartidas y lo mismo ocurrirá con las afirmaciones de conocimiento. Los alumnos preguntarán, responderán, conversarán, dudarán y expresarán lo que saben y los criterios que se aceptan para especificar que otro sabe. Al igual que el profesor, estarán atentos a no caer en la tentación de la certidumbre.

D.6 Principio de la Emoción como base de la Razón

La racionalidad, tiene un fundamento emocional. En general todos los sistemas racionales se basan en la aceptación "a priori" de las premisas que postulan. Es precisamente esta aceptación en la que interviene la emoción. Así, un argumento, una explicación será considerada racional en la medida en que satisface los criterios de racionalidad de quien la acepta. Por esto, rechazamos el dualismo emoción-razón, las emociones son la condición de posibilidad de la razón. Este principio es muy importante para que ofrezcamos una visión de ciencia, en la cual la razón es mucho más que la satisfacción de ciertos principios lógicos, que también son aceptados consensualmente por una cierta comunidad científica. En la escuela, actuamos como si las ideas fueran razonables en un sentido absoluto, como si no hubieran existido cambios importantes acerca de lo que en una cierta época se aceptó como razonable con relación a otra. Relativizar la noción de razón y racionalidad al sistema explicativo escogido, es también una manera de ejercer el principio de vigilancia ante la tentación de la certidumbre.

Otra forma de pensar la racionalidad es ligarla con nuestra supervivencia y con el conjunto de mecanismos automáticos y adquiridos, que nos ayudan a decidir, a razonar la mejor opción en una situación dada. A lo largo de la vida desarrollamos mecanismos que merced a nuestra capacidad mental de generar sentimientos y registros de las consecuencias positivas o negativas de nuestras acciones, nos permiten luego anticipar y tomar decisiones. Estos mecanismos, no hubiesen sido posibles sin la precedencia de las emociones. Existe pues una estrecha relación entre emociones, sentimientos y razones, en lugar del pretendido antagonismo que suele adjudicárseles.

En la mayoría de los sistemas educativos del mundo, los seres humanos viven al menos dieciséis años. Hemos dicho que tales sistemas tendrían que operar como ocasiones para desarrollar extensiones de nuestras funciones de autorregulación vital. Sin embargo, dentro de las escuelas se producen cada

vez más acciones destructivas que atentan contra la supervivencia de los jóvenes -violencia, negación, infelicidad, deshumanización, adicción-. Pensamos que una didáctica que tome en cuenta las bases emocionales de la convivencia como fundamento de la supervivencia, podría contribuir al desarrollo de espacios más adecuados con nuestra impronta biológica de cooperación.

D.7 Principio del Error

La suspensión de la certidumbre, conduce a la instalación del error. ¿Cómo y cuándo nos damos cuenta de que estamos errando? Es imposible que reconozcamos un error cuando lo estamos cometiendo ¡obviamente, si así fuera no lo cometeríamos! Así, los errores *son siempre a posteriori*, lo cual nos exige siempre reflexionar acerca de las consecuencias de nuestras acciones, para detectar el error. Esta concepción modifica sustancialmente la manera en que nos sentimos cuando nos equivocamos, ya que sólo podemos detectarlo después que lo cometimos. La única forma de no errar, sería entonces no actuar, pero esto, en nuestra concepción acerca del conocer como vivir y como hacer, sería equivalente a morir.

Vivimos en una cultura escolar que no acepta los errores, y esto es así en muchos dominios de conocimiento, no solo en las ciencias. Nuestra ilusión de perfección y certeza, lleva a los estudiantes a sentimientos de minusvalía, desvalorización y desánimo. Ahora bien, si no podemos eliminar el error porque es constitutivo de nuestro modo de operar ¿cómo vamos a establecer que alguien sabe o no sabe?

D.8 Principio sobre como sabe que sabe, quién sabe

Aunque trataremos el problema de la evaluación en desarrollos posteriores, por ahora sólo enunciaremos sintéticamente este principio. En el grupo de clase diremos que alguien sabe, cuando sus acciones satisfacen los criterios de aceptación establecidos por el grupo para construir los conocimientos que se consideran aceptables. Tales criterios son producto del consenso y forman parte del conocimiento público -del grupo- según haya sido formulado en documentos escritos o en el flujo de las conversaciones que forman parte del vivir de dicho grupo.

D.9 Principio de la felicidad, creatividad y razonamiento

La felicidad es parte de nuestro mecanismo de supervivencia. Las instituciones educativas son extensiones de nuestros mecanismos no automáticos de regulación para sobrevivir. La felicidad de cada uno de los miembros del grupo de clase, se relaciona con la construcción de un espacio relacional de convivencia armoniosa y amorosa en términos de aceptación. Este espacio relacional que acepta y promueve el desarrollo de la identidad de cada uno de sus miembros, es la condición de posibilidad de la felicidad entendida como el esfuerzo por alejar las emociones negativas. Nuestra concepción del error es un paso en el sentido de la felicidad, en la medida en que aprendemos a evitar que el error nos haga sufrir y lo aprovechamos para cambiar.

La generación de un espacio de aceptación, opuesto a una dinámica emocional de negación, es la condición de posibilidad de decidir la mejor forma de actuar en una situación dada en un momento dado, es decir de razonar. Como se ha dicho en secciones anteriores, hay evidencia neurobiológica de incremento de la actividad cerebral en las regiones ligadas al razonamiento y la creatividad, en los estados emocionales de felicidad y lo contrario en los estados de tristeza. Un alumno que no comprende, acerca de quien se puede decir que no sabe, se siente triste respecto de esto, en consecuencia sus razonamientos disminuyen y su generación de ideas también, con lo cual su incompreensión aumenta. El grupo de clase como espacio de convivencia y cooperación provee los mecanismos para superar esto y para incrementar la calidad de la convivencia en beneficio de todos.

VIII. El conocimiento propuesto para enseñar

Asumiendo los principios anteriormente formulados, proponemos que un cierto grupo de clase participa -en la medida que los reconstruye en su vivir como grupo- en dominios de conocimiento caracterizados por un cierto conjunto de acciones que constituyen los mecanismos explicativos propios de ese dominio. Dichos mecanismos permiten generar explicaciones que devienen en tales si son aceptadas por los miembros del grupo: alumnos y profesor /es. El mecanismo generativo y las explicaciones son posibles por y en el lenguaje, de manera tal que el dominio de conocimiento generado está caracterizado por una forma particular de conversar -emocionar y lenguajear- que constituye una de las diversas culturas en las que los miembros del grupo de clase participan como parte de su existencia.

Si por ejemplo se trata del dominio de la Física, en particular de Mecánica Cuántica, saber Mecánica Cuántica en ese grupo de clase, requiere aceptar las proposiciones y mecanismos explicativos de ese dominio como válidos y participar en conversaciones en las cuales se está o se aspira a estar en el lenguaje de la física cuántica. Lógicamente, tal cosa no sucederá de un día para otro. Las acciones del profesor y de los alumnos tendrían que resultar merced al proceso de estudio, en la construcción de una red cerrada de conversaciones, que denominaremos la cultura de ese grupo en torno a la Mecánica Cuántica.

Por otra parte, en el caso de una institución educativa, proponemos entender al grupo de clase como una comunidad que está aceptando la invitación³ a ingresar en un mundo de significados compartidos por otra comunidad. Existe entonces una comunidad o institución que llamaremos de referencia, en la cual se realiza un conocimiento que será "exportado" a otras culturas e instituciones. Este fenómeno consistente en la migración de un conocimiento

³ Esta invitación es o debería ser formulada por la institución escolar como parte de una cultura más amplia. Por otro lado, una comunidad científica no es tal si no comunica o invita a compartir sus conocimientos. Aunque el convite no ocurra en "strictu sensu", las acciones de comunicación pueden entenderse como tales, o deberían tener esta intención.

que "vive" en una cierta institución hacia otra a la cual deberá adaptarse para continuar "vivo" es, palabras más, palabras menos, lo que Chevallard (1992, 1997, 1999) ha denominado *Transposición Didáctica*. Entonces, la mecánica cuántica de los físicos profesionales resultará inevitablemente transformada⁴ cuando se intente enseñarla en la escuela.

Desde otro punto de vista compatible con el que venimos adoptando, la mecánica cuántica es un campo conceptual en el sentido de Vergnaud (1990), dentro del cual podemos distinguir al menos una estructura conceptual. Distinguir es una acción de reflexión que realizamos en el lenguaje de la mecánica cuántica. Así, antes de proponer el estudio de la mecánica cuántica a los estudiantes de la escuela media, el profesor dirigirá su mirada a lo que denominaremos una cierta **Estructura Conceptual de Referencia (ECR)**.

ECR (Estructura Conceptual de Referencia) es el conjunto de conceptos, relaciones entre ellos, principios, afirmaciones de conocimiento y explicaciones relativos a un cierto campo conceptual, según aparece formulado, explicado y consensuado en las conversaciones y los textos especializados propios de una cierta comunidad científica de referencia .

Esta estructura será total o parcialmente reconstruida por el grupo de clase, o por cualquiera que pretenda estudiarla, ya sea en la escuela media, en los cursos preuniversitarios, en los cursos de física básica de la universidad o en los cursos de física avanzada. En virtud de las proposiciones realizadas en las secciones precedentes, estos intentos de reconstrucción inexorablemente darán lugar a una estructura conceptual diferente. De manera más o menos explícita, cada profesor de un cierto grupo de clase planteará potencialmente esta estructura para enseñarla o en el mejor de los casos, invitará al grupo de clase a estudiarla. Así se gesta la **Estructura Conceptual Propuesta para Enseñar (ECPE)**.

Estructura Conceptual Propuesta para Enseñar (ECPE): es el conjunto de conceptos, relaciones entre ellos, principios, afirmaciones de conocimiento y explicaciones relativos a un cierto campo conceptual, que debe ser reconstruida por los profesores a partir de una estructura conceptual de referencia (**ECR**) a la que también contribuyen los programas oficiales y textos escolares, con el objeto de convertirla en enseñable en un contexto y en una institución dada .

La relatividad institucional y personal de esta estructura, implica que podrían existir tantas como profesores, grupos de clase e instituciones se consideren. Un punto importante para el análisis didáctico es que en ciertas instituciones existen estructuras características, referidas a diversos campos conceptuales que están vivas, adaptadas, aceptadas. Decimos que son ecológicamente viables, ya que de lo contrario no sobrevivirían al paso del tiempo, a las reformas educativas de diversa índole, etc. Por el contrario, otras estructuras

⁴ Tal como propone Chevallard (1992) la transposición es, no se hace, por tanto ocurrirá toda vez que un conocimiento intente comunicarse a otros.

son propuestas y casi nunca se adaptan, tal sería el caso de la Mecánica Cuántica. En este sentido, un aspecto esencialmente didáctico de nuestra investigación se refiere a la propuesta y análisis de la viabilidad de una ECPE relativa a la mecánica cuántica (Fanaro, Otero, Moreira, 2006).

Los constructos ECR y ECPE se relacionan con la idea de Estructura disciplinar de la que hablan Ausubel y Novak (1983) y con la noción de campo conceptual de Vergnaud (1990, 1994, 1996, 2005). Las estructuras deben entenderse como sistemas, que incluyen a tanto a los componentes que los integran como a los conceptos relevantes y sus relaciones, los principios fundamentales, las explicaciones y los mecanismos explicativos. Las estructuras conceptuales son indisociables del conjunto de problemas y situaciones que les dan sentido.

Finalmente, el profesor y su grupo de clase reconstruirán efectivamente la ECPE en la institución específica, lo cual dará lugar a la **Estructura Conceptual Efectivamente Enseñada (ECEE)**.

Estructura Conceptual Efectivamente Enseñada (ECEE): es el conjunto de conceptos, relaciones entre ellos, principios, afirmaciones de conocimiento y explicaciones relativos a un cierto campo conceptual que efectivamente resulta reconstruido por un grupo de clase, a partir de las coordinaciones consensuales de acciones que tienen lugar en las conversaciones de las cuales participan el profesor y los alumnos.

Los conceptos y los significados que se distinguen en esta estructura, emergen del conjunto de acciones que se ponen en juego en las diversas situaciones que se proponen. Los significados se entienden en una doble dimensión cognitiva: personal y grupal. Así cada miembro del grupo de clase construirá una estructura conceptual personal y una red de significados única -en el sentido de propia- y privada. A la vez, las conversaciones del grupo de clase generan una historia de interacciones recurrentes que resultan en la construcción de una red de significados compartidos y públicos, comunes, que son un producto consensual, lo que se ha denominado "negociación de significados" (Gowin, 1981; Novak & Gowin, 1984; Moreira, 2000, 2005). Este proceso de negociación puede ser más o menos explícito y más o menos conciente, dependiendo de la profesionalidad del profesor y de la distancia entre la estructura de referencia, la estructura propuesta y la efectivamente enseñada. El estudio de toda esta transformación del conocimiento y de las condiciones para su ocurrencia, se realizaría tanto a priori como a posteriori y constituiría la unidad de análisis didáctico.

IX. La formulación de la ECPE y el análisis de la ECEE

La noción de situación en el sentido de Vergnaud (1990) se vuelve más y más necesaria a medida que nos acercamos al nivel específico del grupo de clase. Así, quien proponga una ECPE tendría que incluir en su análisis didáctico el

conjunto de situaciones que permitirán la emergencia y el funcionamiento de los conceptos clave, los principios clave de la ECPE correspondiente, las preguntas clave, las explicaciones y afirmaciones de conocimiento que se espera realizar, las emociones y acciones, los sentimientos, los mecanismos explicativos y el lenguaje en el que serán formuladas las explicaciones y las afirmaciones de conocimiento.

Situaciones: se refiere a la noción de situación adoptada por Vergnaud (1990).

Conceptos Clave: son los conceptos centrales que se espera construir como emergentes de la situación propuesta y sin los cuales el problema formulado no podría resolverse.

Principios Clave: son afirmaciones de conocimiento que se aceptan sin deducirse de otras. Por ejemplo, el principio de Mínima Acción en mecánica clásica o el principio de Conservación de la Energía.

Preguntas Clave: las situaciones propuestas a los alumnos por el profesor tienen un carácter problemático, razón por la cual conllevan un conjunto de preguntas cuya respuesta da lugar a un conjunto de interacciones recurrentes entre los miembros del grupo de clase, conversaciones.

Emociones: las emociones son las disposiciones corporales que determinan nuestro dominio de acciones. No son controlables pero el organismo puede modularlas. Sin embargo, las conversaciones en las cuales participamos afectan nuestras emociones y estas afectan nuestro modo de vivir en una cierta cultura. La ECPE tiene que operar al nivel del alumno como una invitación a ingresar en un cierto dominio de conocimiento, que debe evitar cualquier atisbo de negación del otro. La ECPE tiene que contemplar la construcción de una dinámica emocional propicia para la construcción de conocimiento físico.

Acciones: Entendemos la acción en tres dimensiones: biológica, mental y actuativa. En el nivel de la ECPE privilegiamos la dimensión actuativa. Nos interesan las acciones de los miembros del grupo de clase relativas al conocimiento. Se trata de anticipar qué acciones son adecuadas en el dominio de conocimiento que está en construcción. Además, el significado de un objeto emerge del sistema de prácticas asociadas a él y dentro de cada dominio

Explicaciones: Las explicaciones son conjuntos sistémicos de afirmaciones de conocimiento que permiten predecir los eventos físicos o dar razón de ellos, mediante la atribución de relaciones causales a los objetos físicos construídos en un cierto dominio. Las explicaciones tienen el carácter de de tales para quienes las aceptan en el dominio de conocimiento al que pertenecen, en este caso, la física escolar.

Mecanismo explicativo: es el procedimiento o conjunto de acciones aceptadas en un dominio explicativo, como método para generar afirmaciones de conocimiento válidas. En el caso de la física, se tratará de la construcción

de modelos físicos y matemáticos que generan objetos físicos, fenómenos nuevos a ser explicados, experimentos, predicciones y contrastaciones.

Lenguaje: en sentido amplio se refiere a los diversos modos semióticos que constituyen, especifican, y describen a los objetos propios de cada dominio de conocimiento.

El esquema siguiente muestra los elementos correspondientes a la ECPE y sus relaciones:



X. A modo de conclusión

En este trabajo nos propusimos reflexionar acerca de la posibilidad de constituir una Didáctica de las Ciencias que tome en cuenta las emociones, los sentimientos y los razonamientos en la reconstrucción de un dominio de conocimiento científico fuera de la comunidad científica de referencia.

Para esto recurrimos a las concepciones de Humberto Maturana (1984, 1990, 1991, 1995, 2001) quien invita a una explicación del conocimiento como acción, extendiendo las ideas de continuidad y organización de la vida. El fundamento de la acción en los organismos animales está en la emoción, que especifica cualquier acción posible, desde gritar hasta hablar, sentir, razonar, hacer ciencia o comunicarla. También sumamos los aportes de Antonio Damasio

(1994, 2005) quien ofrece sustento neurobiológico a la relación entre emociones, acciones, sentimientos y razonamientos.

Hemos tratado de sintetizar un pequeño conjunto de principios generales que han fundamentado otro pequeño y aún poco desarrollado grupo de principios didácticos. No estamos usando el término didáctico como una calificación asignada a las bondades de materiales educativos, formas de actuar de los profesores, o formas de comunicación. Por el contrario, la sustancia de lo didáctico reside en el estudio del proceso de reconstrucción de un conocimiento y de sus condiciones de posibilidad, en una comunidad que no es la que creó ese conocimiento.

Un aspecto central de nuestra propuesta es que el foco está puesto en la idea de acción, porque nos permite considerar las raíces biológicas, psicológicas y actuativas del proceso de reconstrucción. Aunque no los hemos desarrollado por ampliamente conocidos, nuestra concepción acerca de cómo se construyen los significados de cada estudiante está basada en la Epistemología Genética de Jean Piaget, en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Ausubel, Novak, Gowin, Moreira) y en Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.

Estas bases teóricas están siendo implementadas en algunas tesis doctorales (Fanaro, 2005; Córlica 2005; Sureda, 2006). Esperamos que estas investigaciones permitan articulaciones más detalladas e instrumentos más validados para la consolidación de nuestra Teoría Didáctica. Invitamos a nuestros lectores a ingresar a este mundo de significados y agradecemos a todos los que conciente o inconscientemente, nos han prestado sus palabras para crearlo.

XI. Referencias

- Ausubel, D. P. (1963) *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton. 685p.
- Ausubel, D. P. (1968) *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1983) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas. Tradução para o espanhol do original *Educational psychology: a cognitive view*. 623 p.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2): 33- 115.
- Chevallard Y. (1992) Concepts fondamentaux de la didactique: Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 12(1), pp. 73-112.
- Chevallard, I. *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al Saber enseñado*. Editorial AIQUE, 1999.
- Chevallard, Y. (1997) Familère et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 17 (3), pp. 17-54.

- Chevallard, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 19 (2) pp. 221-265.
- Corica, A. R.; Otero, M. R. (2005) *Ideas de los profesores acerca de la enseñanza- aprendizaje de la Matemática y Aprendizaje Significativo* Comunicación oral en el I ENAS, Brasil.
- Corica A. R. (2005) Enseñanza de la Matemática en la Universidad. Emociones, Sentimientos y Razonamientos. Doctorado en Educación. Facultad de Humanidades. UNCOR.
- Damasio, A. (2001) *El error de Descartes*. Editorial Crítica, Barcelona. Original (1994) *Descartes' s Error. Emotion, Reason and the Human Brain*. Putnam Book, NY.
- Damasio, A. (2005) *En busca de Spinoza. Neurobiología de la Emoción y los Sentimientos*. Editorial Crítica, Barcelona.
- Fanaro, M. (2005) La Enseñanza de la Mecánica Cuántica en la Escuela Media. Proyecto de Tesis Doctoral. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. UBU.
- Fanaro, M.; Otero, M. R.; Moreira, M. A. (2006) Estructura Conceptual Propuesta para Enseñar los fundamentos de la Mecánica Cuántica en la escuela. Comunicación en Plenario en el V Encuentro Internacional de Aprendizaje Significativa, Madrid, España.
- Klimovsky G., Boido, G. (2005) *Las desventuras del Conocimiento Matemático. Filosofía de la matemática: Una introducción*. A-Z Editora, Buenos Aires.
- Maturana H.; Varela, F. (1984) *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. Editorial Universitaria. Chile.
- Maturana, H. R. (1990) *Emociones y Lenguaje en Educación y Política* Editorial Dolmen, España.
- Maturana, H. R. (1991) *El Sentido de lo Humano*. Editorial Dolmen, España.
- Maturana, H. R. (1995) *La realidad ¿objetiva o construida? I Fundamentos biológicos de la realidad*. Ed. Anthoropos/Universidad Iberoamericano/ Iteso. México.
- Maturana, H. R. (1995) *La realidad ¿objetiva o construida? II Fundamentos biológicos del Conocimiento*. Ed. Anthoropos / Universidad Iberoamericana/ Iteso. México.
- Maturana, H. R. (2001) *Cognição, Ciência e Vida Cotidiana*. Editorial UFMG, Brasil.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizagem significativa crítica*. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, pp 33-45., con el título original de *Aprendizagem significativa subversiva*.
- Moreira, M. A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. pp 47. Porto Alegre, Brasil.
- Novak, Joseph D. & Gowin, D. Bob (1988) *Aprendiendo a aprender*. Madrid: Alianza Editorial Martínez Roca. Tradução para o espanhol do original *Learning how to learn*.
- Piaget, J. Y Inhelder, B. (1955), orig. francés, Castellano :De la Lógica del Niño a la Lógica del Adolescente. Ed. Pionera, 1976.

Sureda, P. (2006) *Emociones, Sentimientos y Razones en Educación Matemática. Proyecto de Tesis Doctoral*. Doctorado en Educación. Facultad de Humanidades. UNCOR.

Sureda, P.; Otero, M. R.; Elichiribehety, I. (2006) *Teoremas en Acto de los Profesores: como el aprendizaje significativo de los profesores deviene en aprendizaje mecánico de sus alumnos*. Comunicación oral en el V EIAS.

Vergnaud, G. (1990) La théorie des champs conceptuels, *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 10 (2/3), pp.133-170. La Pensée Sauvage, Marseille

Vergnaud, G. (1994) (coord.): *Aprendizajes y didácticas: ¿Qué hay de nuevo?*, Edicial, Buenos Aires.

Vergnaud, G. (1996) Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica, en *Revista Perspectivas*, Vol. XXVI, Nº 1.

Vergnaud, G (2005) en *Sur la théorie des situations didactiques. Hommage à Guy Brousseau*. La Pensée Sauvage, Édition.